

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan kebutuhan energi merupakan salah satu indikator peningkatan kemakmuran, namun bersamaan dengan itu juga menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya (Bagaskara dkk., 2009). Di Indonesia bahan bakar fosil, batubara dan gas masih menjadi sumber utama pembangkit energi. Namun karena jumlah kebutuhannya terus meningkat dan tidak diimbangi dengan ketersediaannya di alam, bahan bakar konvensional yang ada di alam semakin lama jumlahnya semakin menipis, hal ini membuat setiap negara saling berlomba untuk menemukan sumber energi alternatif baru dan terbarukan seperti Biomassa, tenaga, angin, mikrohidro, dan energi surya untuk menggantikan sumber energi konvensional tersebut (Saputra, 2017).

Energi angin merupakan sumber energi terbarukan yang sangat fleksibel. Energi angin dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti memompa air untuk irigasi, menghasilkan listrik, mengeringkan atau memotong tanaman, mengaerasi tambak ikan / udang, dan mendinginkan ikan di kapal penangkap ikan. Selain itu, energi angin dapat digunakan dimanapun di daerah yang landai dan dataran tinggi, bahkan di laut (Saputra dkk, 2015). Di Indonesia pemakaian energi angin memiliki prospek yang sangat baik, selain ramah lingkungan, Indonesia memiliki banyak wilayah pesisir pantai yang rata rata memiliki angin yang cukup besar, sehingga dapat digunakan sebagai energi alternatif dengan menggunakan turbin angin.

Menurut hasil penelitian Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), dari 166 lokasi yang diteliti, terdapat 35 lokasi yang mempunyai potensi angin yang bagus dengan kecepatan angin diatas 5 meter perdetik pada ketinggian 50 meter. Daerah yang mempunyai kecepatan angin bagus tersebut, diantaranya Nusa Tenggara Barat (NTB), Nusa Tenggara Timur (NTT), pantai selatan Jawa dan pantai selatan Sulawesi. Disamping itu, LAPAN juga menemukan 34 lokasi yang

kecepatan anginnya mencukupi dengan kecepatan 4 sampai 5 meter perdetik (Energinet, DEA, 2016).

Potensi angin Indonesia memang cukup besar. Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) mencantumkan angka 60.647,0 MW untuk kecepatan angin 4 meter perdetik atau lebih (Lampiran Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017). Lokasi potensi angin tersebut dapat dibaca pada tabel 1 berikut :

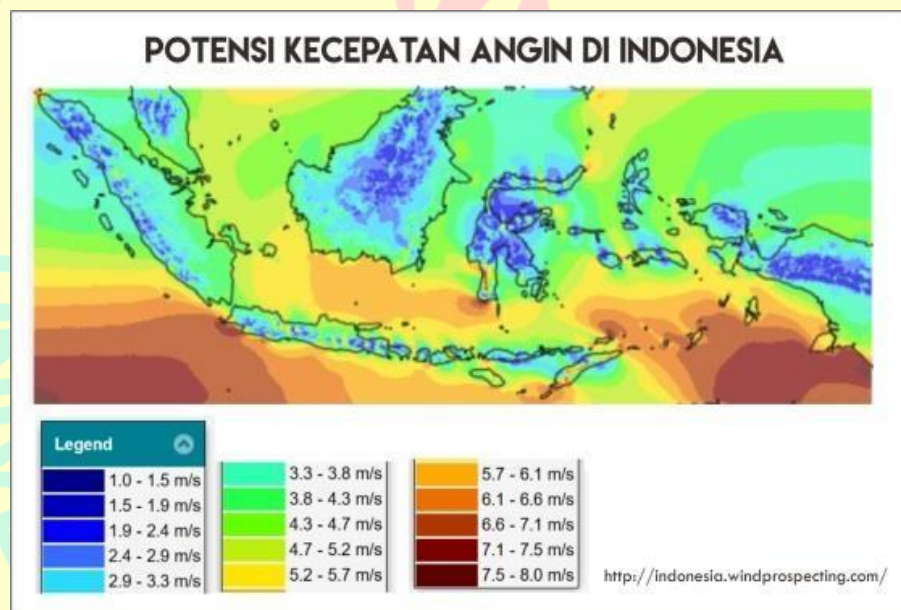
**Tabel 1.1 Potensi Pemanfaatan Energi Angin di Tiap Provinsi di Indonesia**

Satuan: MW			Satuan: MW		
No.	Provinsi	Potensi	No.	Provinsi	Potensi
1	Nusa Tenggara Timur	10.188	18	Kepulauan Riau	922
2	Jawa Timur	7.907	19	Sulawesi Tengah	908
3	Jawa Barat	7.036	20	Aceh	894
4	Jawa Tengah	5.213	21	Kalimantan Tengah	681
5	Sulawesi Selatan	4.193	22	Kalimantan Barat	554
6	Maluku	3.188	23	Sulawesi Barat	514
7	Nusa Tenggara Barat	2.605	24	Maluku Utara	504
8	Bangka Belitung	1.787	25	Papua Barat	437
9	Banten	1.753	26	Sumatera Barat	428
10	Bengkulu	1.513	28	Sumatera Utara	356
11	Sulawesi Tenggara	1.414	29	Sumatera Selatan	301
12	Papua	1.411	30	Kalimantan timur	212
13	Sulawesi Utara	1.214	31	Gorontalo	137
14	Lampung	1.137	27	Kalimantan Utara	73
15	DI. Yogyakarta	1.079	32	Jambi	37
16	Bali	1.019	33	Riau	22
17	Kalimantan Selatan	1.006	34	DKI Jakarta	4
			<b>Total</b>		<b>60.647,0</b>

(sumber: <https://setkab.go.id/potensi-pengembangan-pltb-di-indonesia/>)

Beberapa negara telah memanfaatkan energi angin sebagai sumber pembangkit listrik, diantaranya yaitu Amerika Serikat, Denmark, Australia, Italia, Spanyol, china dan Jepang. Namun di Indonesia pemanfaatan energi angin sebagai pembangkit listrik masih belum optimal, itu terbukti dengan jumlah PLT Angin yang telah beroperasi di Indonesia yang baru berjumlah 12 unit, 5 Unit dengan

kapasitas 80 kilo watt dan pada tahun 2007 bertambah lagi sebanyak 7 unit yang dibangun di empat lokasi, sebanyak tiga unit di pulau Selayar, dua unit di Sulawesi Utara, dan satu unit di Nusa Penida, Bali serta Bangka Belitung. Di awal tahun 2016, pemerintah bekerjasama dengan investor asal Denmark memulai proyek pembangunan dua unit PLT Angin dengan kapasitas 65 MW dan 70 MW di daerah Sulawesi Selatan. Namun jumlah PLT Angin tersebut masih sangat sedikit sekali, mengingat bahwa Indonesia memiliki potensi angin yang sangat melimpah yang seharusnya dapat dimanfaatkan lebih maksimal untuk sumber pembangkit listrik (Saputra, Daniel Adi, 2017). Berikut ini merupakan data kecepatan angin rata-rata di Indonesia:



(sumber <http://indonesia.windprospecting.com>)

Dari gambar 1.2, terlihat bahwa kecepatan angin rata-rata di Indonesia sebesar 3,8 m/s yang menempati daerah seperti Jawa, Kalimantan, Sumatera, Sulawesi dan Papua. Sedangkan wilayah dengan kecepatan angin terbesar terletak di daerah Nusa Tenggara sebesar 5,7 m/s - 7,1 m/s.

Untuk dapat memanfaatkan energi angin yang tersedia di wilayah Indonesia, salah satu alat yang digunakan adalah turbin angin, turbin angin adalah alat yang dapat mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Berbagai macam penemuan turbin angin sebagai energi alternatif sudah ditemukan sejak

lama dengan berbagai macam bentuk desain dan pada setiap jenisnya memiliki kelebihan masing-masing. Karena karakteristik angin di Indonesia memiliki kecepatan rata-rata yang rendah tipe turbin angin yang sesuai dengan permasalahan tersebut adalah turbin angin sumbu vertikal karena memiliki torsi awal yang besar pada kecepatan angin rendah (Nurriszki, 2015). Turbin angin tipe darrieus termasuk jenis turbin angin sumbu vertikal yang dimana dapat memanfaatkan kecepatan angin yang rendah, kecepatan angin yang berubah-ubah, mampu menerima angin dari segala arah untuk menghasilkan listrik dan sangat cocok untuk diaplikasikan di kondisi geografis Indonesia (Alfian, 2011).

Berdasarkan data diatas, pada penelitian ini akan dilakukan analisis pada sudu turbin angin sumbu vertikal darrieus yang mampu menghasilkan listrik sebesar 20 Watt yang digunakan pada daerah dengan kondisi kecepatan angin rendah, agar dapat menghasilkan energi dari turbin yang lebih optimal.

Perancangan turbin angin darrieus diperlukan optimasi untuk membangun proyek tersebut agar pada saat dibangun bisa dengan biaya dan waktu yang serendah mungkin namun menghasilkan energi yang sangat besar. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi daya yang dihasilkan dari turbin sumbu vertikal (VAWT) khususnya turbin angin darrieus (DWT) adalah ukuran blade dan bentuk blade-nya (Pramono Indro, 2014). Jahanmiri, dkk. (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh ketebalan sudu pada kinerja turbin angin sumbu vertikal dimana ketebalan sudu akan mempengaruhi koefisien lift dan drag. Untuk setiap peningkatan ketebalan airfoil, koefisien lift akan berkurang dan koefisien drag akan meningkat. Wikantyoso, dkk. (2019) melakukan penelitian tentang pengaruh ketebalan dan jumlah sudu terhadap performa turbin angin *crossflow* menggunakan simulasi CFD 2 dimensi. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengaruh ketebalan blade terhadap nilai koefisien momen dan koefisien daya diamati dari lima *tip speed ratio* (TSR) yang berbeda. Variasi ketebalan *blade* yang diamati adalah 2,6 mm, 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Ketebalan sudu mempengaruhi Koefisien momen. Nilai koefisien momen dari semua turbin dengan variasi ketebalan sudu yang berbeda menurun seiring penambahan *tip speed ratio*. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mencari optimasi desain terbaik dari



ketebalan sudu turbin darrieus yang mampu menahan gaya beban akibat kecepatan angin dengan melihat nilai faktor keamanan dan membandingkan secara langsung dengan percobaan menggunakan software Autodesk Inventor. Desain sudu turbin darrieus perlu dioptimalkan untuk mencapai kekuatan dan ukuran terbaik serta perakitan mudah, perawatan mudah, dan biaya produksi rendah.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini, berdasarkan latar belakang masalah yang telah di kemukakan, maka dapat diidentifikasi permasalahan-permasalahan yang muncul, yaitu:

1. Ketebalan plat blade pada turbin angin dapat memperngaruhi turbin angin Darrieus sehingga diperlukan analisis optimasi desainnya
2. Ketebalan plat blade pada turbin angin perlu divariasikan agar dapat dibandingkan kekuatan dan daya tahannya
3. Tipe sudu turbin angin yang ingin didesain.
4. Ketebalan plat blade turbin yang optimal untuk menahan beban gaya yang dihasilkan kecepatan angin.
5. Ketebalan plat blade turbin yang dianalisis dengan memperhatikan komponen lainnya dalam turbin angin darrieus
6. Jumlah sudu yang digunakan untuk mendesain turbin.
7. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui performa pada sudu Turbin angin tipe *darrieus*.
8. Penentuan *Software* yang digunakan untuk mengoptimasi sudu turbin.
9. Keadaan pengujian *stress analisys* yang dilakukan.
10. Penentuan nilai *safety factor* dapat mempengaruhi plat blade turbin angin
11. Penentuan besarnya nilai kecepatan angin yang digunakan untuk pengujian.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memudahkan penelitian dan tidak terjadi pelebaran masalah maka penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Skripsi ini hanya membahas masalah optimasi desain ketebalan sudu yang sesuai dan optimum untuk turbin angin sumbu vertikal tipe *darrieus*.
2. Jumlah sudu (*Blade*) dibatasi hanya 2 pasang dengan jenis *semicircular shell* dan dibuat pada model skala turbin angin Darrieus.
3. Analisis dan optimasi desain ketebalan sudu turbin angin tipe *darrieus* menggunakan *software Autodesk Inventor*.
4. Bahan yang digunakan untuk desain rangka blade adalah JIS Grade SS400 sedangkan untuk selimut bladenya menggunakan bahan seng (*zinc*).
5. Nilai Safety factor untuk optimasi plat blade sebesar 3 menurut (Juvinall, dan Marshek, 2012: 276).
6. Pengujian *stress analysis* hanya dilakukan dalam keadaan statis.
7. Data kecepatan angin yang digunakan menggunakan kecepatan angin = 5 m/s.
8. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi.

#### 1.4 Perumusan Masalah

Bertumpu pada latar belakang masalah, identifikasi dan pembatasan masalah maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh dari ketebalan plat sudu pada assembly turbin darrieus terhadap nilai tegangan *von mises* dan *safety factor* agar tidak terjadi kegagalan menggunakan software metode elemen hingga Autodesk Inventor?
2. Bagaimana hasil perbandingan kekuatan ketebalan plat sudu pada assembly turbin darrieus antara variasi 1 dengan variasi lainnya?
3. Bagaimana desain ketebalan plat sudu pada assembly turbin darrieus yang optimum?

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh dari ketebalan plat sudu pada assembly turbin angin terhadap nilai tegangan *von mises* agar tidak terjadi kegagalan menggunakan software metode elemen hingga Autodesk Inventor dengan variasi ketebalan 0,1 mm, 0,15 mm, 0,2 mm, 0,25 mm, dan 0,3 mm.

2. Mendapatkan nilai *safety factor* yang paling optimal dari variasi ketebalan *blade* ketika diberi gaya kerja.
3. Mendapatkan optimasi desain sudu yang paling optimal untuk turbin angin darrieus.
4. Menerapkan kompetensi pembelajaran yang sesuai dengan materi pada mata kuliah Mesin Konversi Energi berupa laju perubahan energi potensial angin menjadi energi listrik, yang didukung oleh mata kuliah Merencana Mesin dan desain berbasis komputer sebagai langkah awal dalam perencanaan mesin dan komponennya serta *Stress Analysis*.

#### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Dapat menyelesaikan Pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik di Universitas Negeri Jakarta.
2. Diharapkan dapat menjadi referensi tentang proses penelitian optimasi ketebalan sudu dan dapat dijadikan bahan masukan khususnya bagi mahasiswa program studi teknik mesin.
3. Mengetahui hasil optimasi dari analisis ketebalan sudu untuk turbin angin sumbu vertikal tipe *darrieus*
4. Sebagai media pembelajaran untuk mahasiswa dalam menggunakan software berbasis 3D *Autodesk Inventor* untuk merancang dan menganalisis produk yang ingin dibuat.
5. Sebagai solusi akan masalah penyediaan energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan.